

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. November 2002 (07.11.2002)

PCT

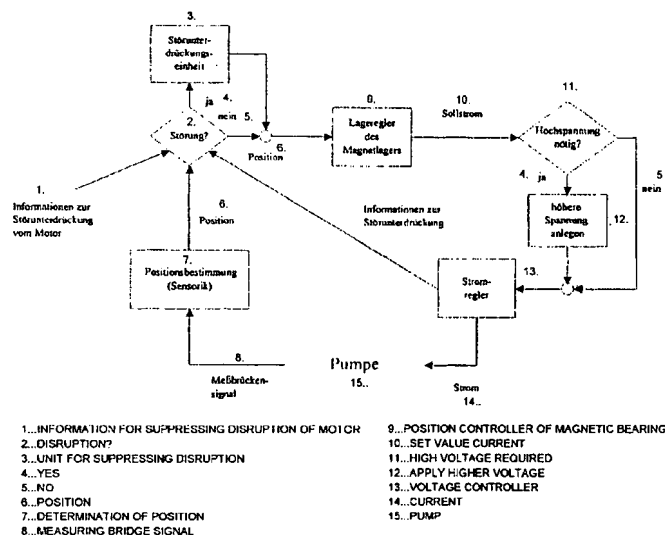
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/088548 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F04D 29/04**, (72) Erfinder; und
H02K 7/09 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOFFMANN, Jan**
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP02/04737** [DE/DE]; Ostpreussendamm 65, 12207 Berlin (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: **29. April 2002 (29.04.2002)** **ARNDT, Andreas** [DE/DE]; Arndtstrasse 98, 12489
Berlin (DE). **MERKEL, Tobias** [DE/DE]; Meiereifeld 14,
14532 Kleinmachnow (DE).
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (74) Anwälte: **GULDE, Klaus, W.** usw.; Gulde Hengelhaupt
Ziebig & Schneider, Schützenstrasse 15 - 17, 10117 Berlin
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 101 23 138.5 30. April 2001 (30.04.2001) **DE** (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE POSITION OF A ROTATING COMPONENT WHICH IS BORNE BY MEANS
OF A PERMANENT-MAGNET

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LAGEREGLUNG EINES PERMANENTMAGNETISCH GELAGERTEN ROTIEREN-
DEN BAUTEILS



(57) Abstract: Since disruptive forces can be continuously exerted upon a rotor during a pulsatile flow through a pump with a magnetically mounted rotor (permanent magnets and addition control current coils), it is necessary to adjust position i.e. modify axial rotor position very quickly. The control current should only result in small amounts of losses. According to the invention, the current is pulse-width modulated by the control current coils by means of a set value predetermined by a controller which is arranged downstream from a position sensing system. If the set value is high, it is switched to a higher voltage level and the real value of the position sensing system is stored for a defined period of time, respectively beginning with the switching flank of the control current, and the position sensing system is disconnected during said period of time.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/088548 A1



SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Da insbesondere bei einem pulsatilem Durchfluss durch eine Pumpe mit magnetisch gelagertem Rotor (Permanentmagnete und zusätzliche Steuerstromspulen) laufend Störkräfte auf den Rotor ausgeübt werden, muss die Lageregelung eine veränderte axiale Rotorposition sehr schnell ausregeln können. Andererseits soll der Steuerstrom eine geringe Verlustleistung verursachen. Nach dem vorliegenden Verfahren wird der Strom durch die Steuerstromspulen pulsweitenmoduliert durch einen von einem der Lagesensoren nachgeordneten Regler vorgegebenen Sollwert geregelt, bei hohem Sollwert auf eine höhere Spannungsstufe umgeschaltet und der Ist-Wert der Lagesensoren für eine definierte Dauer, jeweils beginnend spätestens mit der Schaltflanke des Steuerstromes, gespeichert und die Lagesensoren für diesen Zeitraum ausser Betrieb gesetzt.

5

10

Verfahren zur Lageregelung eines permanentmagnetisch gelagerten rotierenden Bauteils

15

Beschreibung

20

25

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lageregelung eines permanentmagnetisch gelagerten rotierenden Bauteils, z. B. des Rotors eines bürstenlosen Synchronmotors, mit Hilfe einer Positionsbestimmung dieses Bauteils durch eine Lagesensorik und zusätzlicher, das Magnetfeld der permanentmagnetischen Lagerung beeinflussender Steuerstromspulen, deren Stromhöhe durch die Position des Bauteils bestimmt wird. Der Synchronmotor kann beispielsweise als Antrieb für eine axiale Fluidförderpumpe dienen.

30

Mehrphasige Fluide, z.B. Emulsionen und Dispersionen mit geringer Stabilität, können bei Förderung in entsprechenden Fördersystemen leicht in instabile Bereiche gelangen.

35

40

Ein besonders empfindliches Fluid stellt Blut dar. Blut ist im natürlichen Kreislaufsystem hermetisch von der Umwelt abgeschirmt, so dass es keinen Fremdeinflüssen unterliegt. Besteht jedoch die Notwendigkeit, das Herz durch eine künstliche Blutpumpe zu ersetzen oder den Kreislauf durch eine zusätzliche Herzpumpe zu unterstützen, so kommt es zu Wechselwirkungen des Blutes mit dem technischen System. Das Blut unterliegt dann leicht der Hämolyse oder Thrombenbildung mit den entsprechenden nachteiligen

5 Wirkungen für den Patienten. Es sind deshalb in jüngster
Zeit verstärkt Anstrengungen unternommen worden, um
Fluidförderpumpen so auszubilden, dass es zu möglichst
wenig mechanischen Einflüssen auf das Blut bzw. auf andere
empfindliche Fluide kommt. Eine Möglichkeit hierzu ist die
10 magnetische Lagerung des rotierenden Elements eines
Pumpenantriebes. Der Vorteil der magnetischen Lagerung
besteht nicht nur darin, dass keine mechanisch miteinander
reibenden Teile mehr vorhanden sind, sondern dass auch die
erreichbare Drehbeschleunigung des rotierenden Elements
15 erhöht und die Regelbarkeit der Drehzahl und damit des
Volumenstromes verbessert werden können.

Eine solche Fluidpumpe lässt sich üblicherweise in einen
bürstenlosen Synchronmotor integrieren. Sie besteht nach
20 der WO 00/640 30 im wesentlichen aus einem zylindrischen
Rohr, das beidseitig mit dem Fluidsystem verbunden werden
kann. Das Rohr wird von dem Stator, bestehend aus
Blechpaket, Wicklung und Eisenrückschlusskappen umgeben. Der
Rotor enthält permanentmagnetische Felderreger und weist an
25 seinem Außenmantel Fördereinrichtungen für das Fluid auf,
so dass dieses im Ringraum zwischen dem Rohr und dem Rotor
axial gefördert wird.

Der Rotor wird magnetisch gelagert. Er trägt zu diesem
30 Zweck an seinen beiden Stirnseiten angebrachte
zylinderförmige oder ringförmige Permanentmagnete, die in
axialer Richtung magnetisiert sind. Den Permanentmagneten
des Rotors stehen gegensinnig magnetisierte
Permanentmagnete gegenüber, die z.B. in den Stirnseiten von
35 Leiteinrichtungen angeordnet sein können, die ihrerseits in
dem zylindrischen Rohr befestigt sind.

In radialer Richtung wirken beide Magnetpaare, wenn sie auf
gegenseitige Anziehung orientiert sind, stabilisierend, das

5 heißt die radiale Lagerung ist passiv stabil. In axialer Richtung ist der Rotor jedoch instabil.

Ohne zusätzliche Stabilisierung würde der Rotor von einem der beiden Permanentmagnetpaare angezogen werden. Es werden
10 deshalb Steuerspulen an den Statorseiten so angeordnet, dass ein Strom durch die in Reihe geschalteten Steuerspulen das Magnetfeld des einen Permanentmagnetpaares abschwächt und das des anderen verstärkt. Der Steuerstrom muss in Abhängigkeit von der aktuellen axialen Rotorposition
15 geregelt werden. Hierzu muss die Rotorposition mit Hilfe von Lagesensoren ermittelt werden.

Die Lagesensoren bestehen beispielsweise aus zwei Sensorspulen, die an den Stirnseiten der Leiteinrichtungen
20 angeordnet sein können. Diesen gegenüber liegen an den Stirnseiten des Rotors Aluminiumkörper, in denen sich Wirbelströme bilden, wenn die Sensorspulen mit einem Wechselstrom beaufschlagt werden. Bei der axialen Bewegung des Rotors kommt es dann zu einer Änderung der Induktivität
25 der Sensorspulen, die sich bei Anordnung in einer Brückenschaltung zu einem Messsignal für die Rotorposition auswerten lässt.

Da insbesondere bei einem pulsatilen Durchfluss durch die
30 Pumpe laufend Störkräfte auf den Rotor ausgeübt werden, muss die Lageregelung eine veränderte axiale Rotorposition sehr schnell ausregeln können. Andererseits soll der Steuerstrom eine geringe Verlustleistung verursachen, was insbesondere für Blutpumpen von Bedeutung ist, da die
35 erzeugte Wärmeenergie möglichst klein gehalten werden soll. Außerdem muss die Antriebsenergie implantierten Batterien entnommen werden, deren Betrieb möglichst lange anhalten soll.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Lageregelung eines magnetisch gelagerten Bauteils anzugeben, mit dem die Verlustleistung der Lageregelung klein gehalten werden kann.

10 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

15 Danch wird der Strom durch die Steuerstromspulen pulsweitenmoduliert durch einen von einem der Lagesensorik nachgeordneten Regler vorgegebenen Sollwert geregelt, wobei bei hohem Sollwert auf eine höhere Spannungsstufe umgeschaltet wird. Das hat den Vorteil, dass die Regelzeiten sehr klein gehalten werden können und die
20 benötigte Leistung trotzdem gering bleibt.

25 Der Ist-Wert der Lagesensorik wird für eine definierte Dauer, jeweils beginnend spätestens mit der Schaltflanke des Steuerstromes, gespeichert und die Lagesensorik für diesen Zeitraum außer Betrieb gesetzt.

30 In vorteilhafter Weise wird bei Verwendung der Lageregelung in einem bürstenlosen Synchronmotor der Ist-Wert der Lagesensorik auch hinsichtlich der Ansteuerimpulse der Motorspulen für eine definierte Dauer, beginnend spätestens mit der Schaltflanke der Ansteuerimpulse zwischengespeichert und die Lagesensorik für diesen Zeitraum außer Betrieb gesetzt.

35 Die durch die Taktung entstehenden Störungen hinsichtlich der Positionsbestimmung werden durch Ausblenden der Messung während dieser Zeiten und die Speicherung der Messwerte beherrscht.

5 Für bestimmte Anwendungen kann es zweckmäßig sein, dass aus dem Sollwert des der Lagesensorik nachgeordneten Reglers das Quadrat gebildet und bei einer zeitgemittelten Schwellwertüberschreitung dieses Wertes die Lageregelung bis zur nächsten Schwellwertunterschreitung außer Betrieb
10 gesetzt wird. Dadurch wird die Erwärmung der Steuerspulen nachgebildet und so eine Überhitzung vermieden.

Zweckmäßig wird für den der Lagesensorik nachgeordneten Regler ein PID-Regler mit I_2 -Anteil verwendet.

15

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

20 Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Fluidförderpumpe, die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung der Lageregelung mit der
25 erfindungsgemäßen zusätzlichen Stromregelung und

Fig. 3 ein Blockschaltbild des Lagereglers.

Fig. 1 zeigt eine solche zur Durchführung des Verfahrens geeignete axiale Pumpe. Der Antrieb der Blutpumpe arbeitet nach dem Prinzip eines elektronisch kommutierten Synchronmotors. Der Motor hat einen Stator, bestehend aus einem Blechpaket 31, Wicklungen 33 und Eisenrückschlußkappen 2, 2a, und einem Rotor 5 mit
30 permanentmagnetischem Kern 32. Der Stator umschließt einen rohrförmigen Hohlkörper 1, in dem in axialer Richtung ein Fluid, im vorliegenden Falle also Blut, gefördert wird. Der Rotor 5 ist berührungsfrei magnetisch gelagert.
35

5 Das magnetische Lager besteht aus Permanentmagneten 42, 42a an den Rotorstirnseiten und Permanentmagneten 41, 41a an den Stirnseiten von Leiteinrichtungen 6 und 7. Die Leiteinrichtungen 6, 7 sind an der Innenwand des rohrförmigen Hohlkörpers 1 befestigt.

10

Zum magnetischen Lager gehören außerdem Steuerspulen 12, 12a. Zur Messung der aktuellen Rotorposition dienen Sensorspulen 43, 43a in den Leiteinrichtungen 6, 7 und diesen gegenüberliegende Kurzschlußbringe 80, 80a.

15

Die Paare der Permanentmagneten 41, 42; 41a, 42a sind jeweils auf Anziehung gepolt. Magnetisch liegen die Paare in Reihe.

20

Ohne eine zusätzliche Stabilisierung würde der Rotor 5 zu einer Seite hin angezogen werden, es besteht in axialer Richtung ein instabiles Gleichgewicht. In radialer Richtung wirken beide Magnetpaare zentrierend, die radiale Lage ist somit passiv stabil.

25

Die Steuerspulen 12, 12a sind elektrisch in Reihe geschaltet und magnetisch so angeordnet, dass ein Strom das Magnetfeld des einen Magnetpaares schwächt und das des anderen verstärkt. Der magnetische Rückschluss geschieht über die Eisenrückschlußkappen 2, 2a und das Blechpaket 31 des Stators.

30

Die axiale Position des Rotors 5 kann mit Hilfe der Sensorspulen 43, 43a ermittelt werden. Die Sensorspulen 43, 43a werden mit einer höherfrequenten Spannung beaufschlagt. Bei axialer Bewegung des Rotors 5 kommt es zu einer Änderung der Induktivitäten der Sensorspulen 43, 43a. Durch Anordnung der Sensorspulen 43, 43a in einer

35

5. Brückenschaltung lässt sich ein Messsignal für die axiale Position des Rotors 5 gewinnen.

Wie Fig. 2 zeigt liegt am Ausgang eines der Lagesensorik nachgeordneten Reglers dann ein Stellwert für den Steuerstrom durch die Steuerspulen 12, 12a an. Der Steuerstrom wird über einen Stromregler in die Steuerspulen 12, 12a eingespeist. Der Stromregler arbeitet als geschlossener Regelkreis, indem er den Strom durch die Steuerspulen 12, 12a misst und mit der Vorgabe (Sollstrom) des Lagereglers vergleicht. Über eine Pulsweitenmodulation einer getakteten Leistungsstufe wird der tatsächliche Strom auf den Sollstrom abgeglichen. Dieser Vorgang benötigt eine bestimmte Zeit, die von der Differenz aus Sollstrom und tatsächlichem Strom abhängt. Je höher die Spannung ist, mit der die Leistungsstufe arbeitet, desto kürzer ist die Regelzeit des Stromreglers. Andererseits erhöht sich mit der Spannung auch die Verlustleistung in der Leistungsstufe. Damit ein schnelles Reagieren des Stromreglers und eine geringe Verlustleistung erreicht werden, wird eine höhere Spannung nur dann zugeschaltet, wenn tatsächlich eine große Differenz zwischen Soll- und Ist-Strom vorhanden ist, ansonsten wird mit niedriger Spannung gearbeitet.

Durch die Ansteuerung der Steuerspulen 12, 12a durch die getaktete Leistungsstufe entstehen in den Sensorspulen 43, 43a Störungen, die die Positionsbestimmung des Rotors 5 verfälschen können. Diese Störungen koppeln mit jeder Schaltflanke an den Steuerspulen 12, 12a auf die Sensorspulen 43, 43a über und klingen nach definierter Dauer ab. Deshalb wird für die erwartete Dauer dieser Störungen das unmittelbar zuvor gewonnene Positionssignal zwischengespeichert und die Positionsbestimmung ausgesetzt. Der Lagerregler arbeitet in dieser Zeit mit dem

5 zwischengespeicherten Wert. Ist die Störung abgeklungen,
wird wieder die Position mittels der Sensorspulen 43, 43a
bestimmt. Ähnliche Störungen können auch durch die
Ansteuerung der Motorspulen 33 entstehen. Auch dafür wird
das Verfahren der Zwischenspeicherung angewendet. Die
10 Elektronik zur Störunterdrückung erhält vom Stromregler und
von der Ansteuerelektronik des Motors genau den Zeitpunkt
des möglichen Einsetzens der Störungen mitgeteilt, damit
sie die Speicherung des Positionssignals vornehmen kann.

15 Fig. 3 zeigt die Schaltung für die Lageregelung des
Magnetlagers. Aus der gemessenen Position des Rotors, die
am Pfad 21 anliegt, wird ein Stellstrom für die
Steuerspulen 12, 12a, der zu einem sicheren Schweben des
Rotors 5 in allen Betriebszuständen führt, ermittelt und am
20 Ausgang 22 des Lagereglers bereitgestellt. Der Lageregler
besteht aus einem PID-Regler, der durch die Zeitkonstanten
des Integrators T_i und des Differenziators T_d sowie durch
den Verstärkungsfaktor k_r eines Regelverstärkers
charakterisiert ist. Zum Schutz der Steuerspulen 12, 12a
25 vor thermischer Überlastung wird zusätzlich aus dem
Stromquadrat die zu erwartende Verlustleistung bestimmt.
Bei einer über einen Tiefpass zeitgemittelten
Schwellwertüberschreitung wird die Lageregelung
ausgeschaltet, bis der Schwellwert wieder unterschritten
30 wird. Der Lageregler hat als zusätzliche Vorgabe, den Strom
durch die Steuerspulen 12, 12a so gering wie möglich zu
halten. Über einen Integrator (I_2 -Glieder) wird der
Stellstrom auf den Reglereingang zurückgekoppelt. Als
Ergebnis positioniert sich der Rotor 5 immer an der axialen
35 Stelle in der Pumpe, an der nur ein minimaler Strom durch
die Steuerspulen 12, 12a fließt.

5

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-----|----------------------|
| | 2 | Eisenrückschlußkappe |
| | 2a | Eisenrückschlußkappe |
| 10 | 5 | Rotor |
| | 6 | Leiteinrichtung |
| | 7 | Leiteinrichtung |
| | 12 | Steuerspule |
| | 12a | Steuerspule |
| 15 | 31 | Blechpaket |
| | 33 | Wicklungen |
| | 41 | Permanentmagnet |
| | 41a | Permanentmagnet |
| | 42 | Permanentmagnet |
| 20 | 42a | Permanentmagnet |
| | 43 | Sensorspule |
| | 43a | Sensorspule |
| | 21 | Pfad |
| | 22 | Ausgang |
| 25 | 80 | Kurzschlussring |
| | 80° | Kurzschlussring |
| | Ti | Integrator |
| | Td | Differentiator |
| | kr | Verstärkungsfaktor |
| 30 | | |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lageregelung eines permanentmagnetisch gelagerten rotierenden Bauteils mit Hilfe einer Positionsbestimmung dieses Bauteils durch eine Lagesensorik und zusätzlicher, das Magnetfeld der permanentmagnetischen Lagerung beeinflussender Steuerstromspulen, deren Stromhöhe durch die Position des Bauteils bestimmt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Strom durch die Steuerstromspulen pulsweitenmoduliert durch einen von einem der Lagesensorik nachgeordneten Regler vorgegebenen Sollwert geregelt wird, bei hohem Sollwert auf eine höhere Spannungsstufe umgeschaltet wird und der Ist-Wert der Lagesensorik für eine definierte Dauer, jeweils beginnend spätestens mit der Schaltflanke des Steuerstromes, gespeichert und die Lagesensorik für diesen Zeitraum außer Betrieb gesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ist-Wert der Lagesensorik bei Verwendung in einem bürstenlosen Synchronmotor auch hinsichtlich der Ansteuerimpulse der Motorspulen für eine definierte Dauer, beginnend spätestens mit der Schaltflanke der Ansteuerimpulse zwischengespeichert und die Lagesensorik für diesen Zeitraum außer Betrieb gesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
aus dem Sollwert des der Lagesensorik nachgeordneten Reglers das Quadrat gebildet und bei einer zeitgemittelten Schwellwertüberschreitung dieses Wertes die Lageregelung bis zur nächsten Schwellwertunterschreitung außer Betrieb gesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
für den der Lagesensorik nachgeordneten Regler ein PID-Regler mit I_2 -Anteil verwendet wird.

1/3

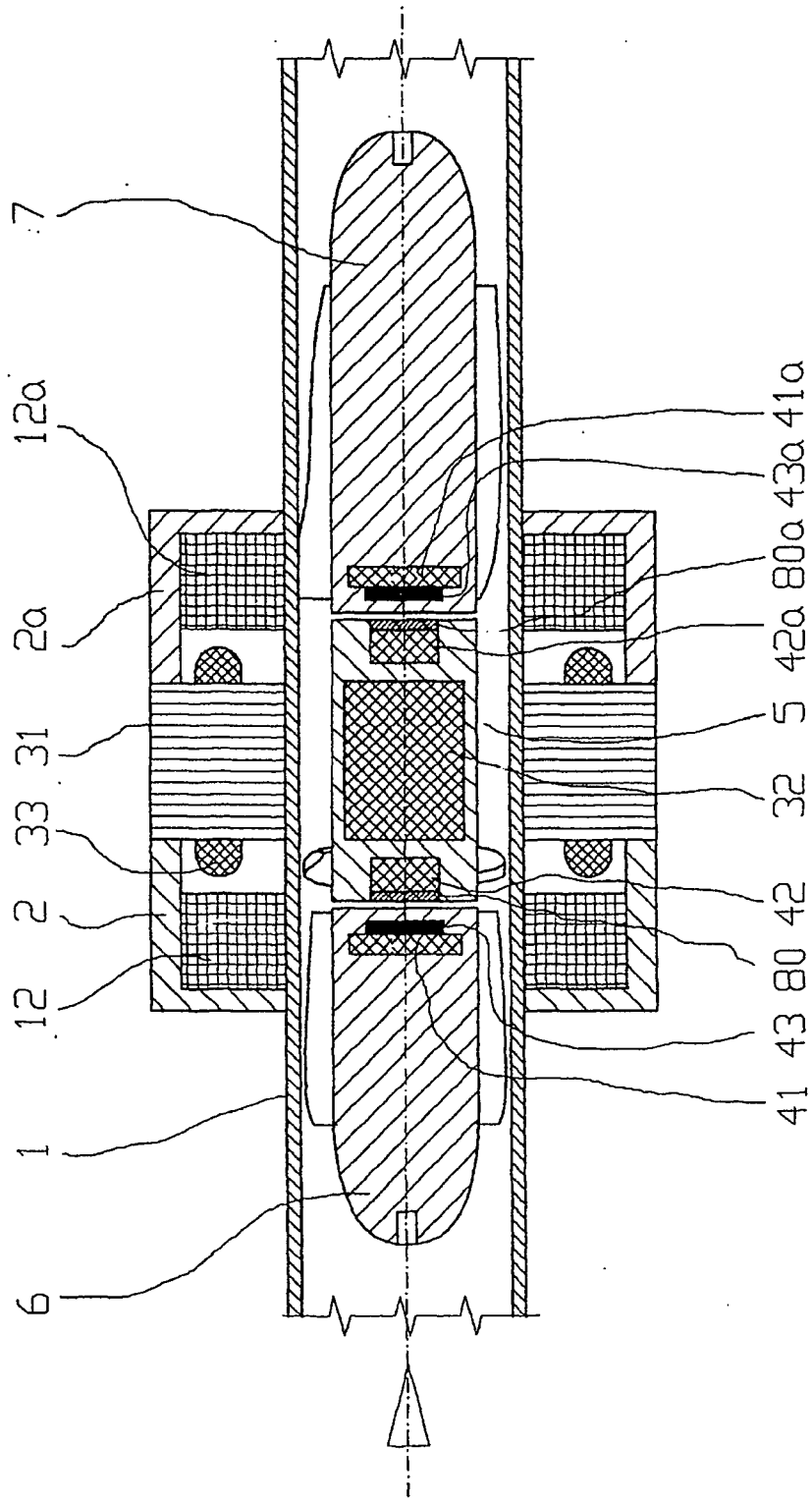
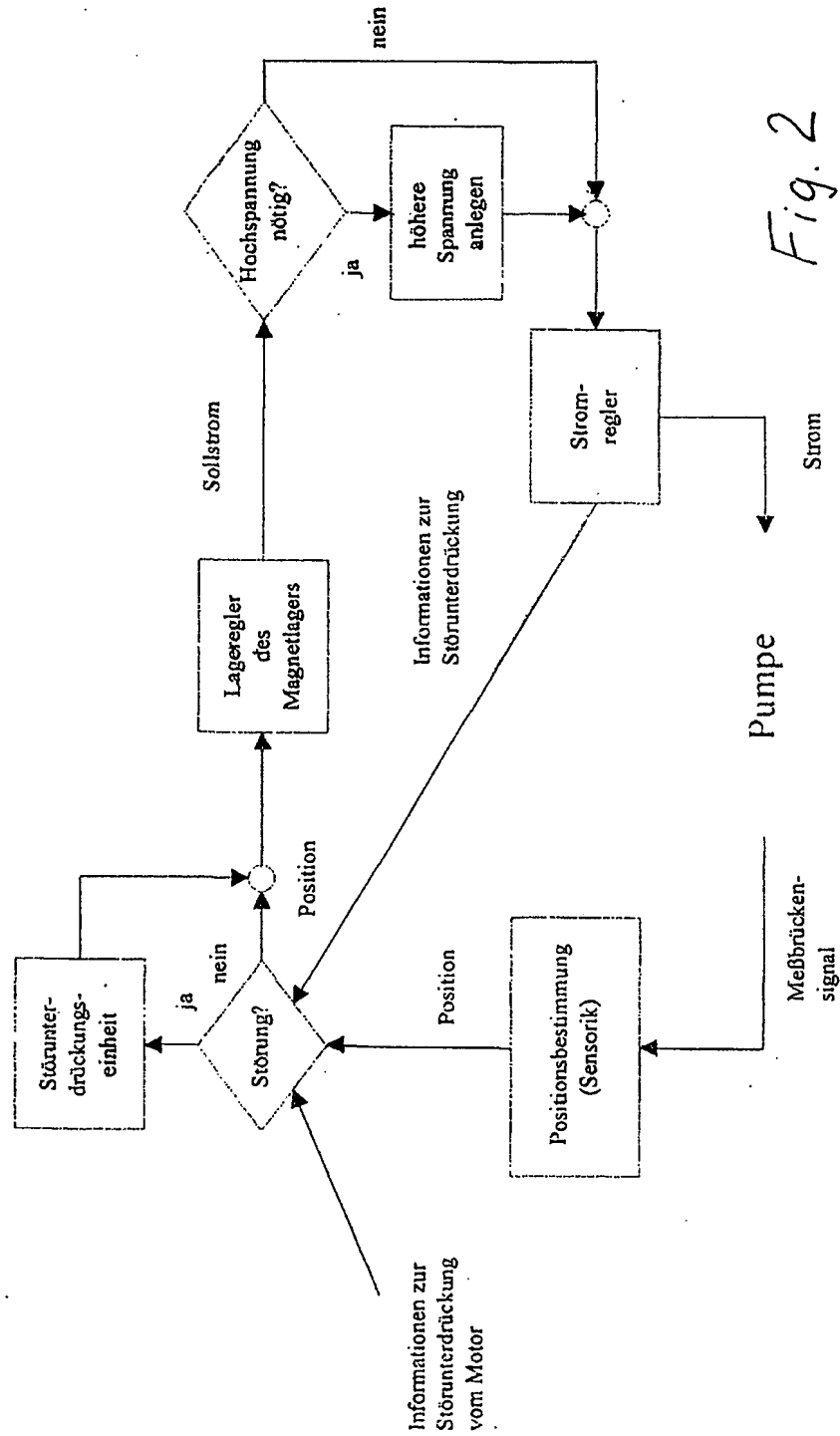
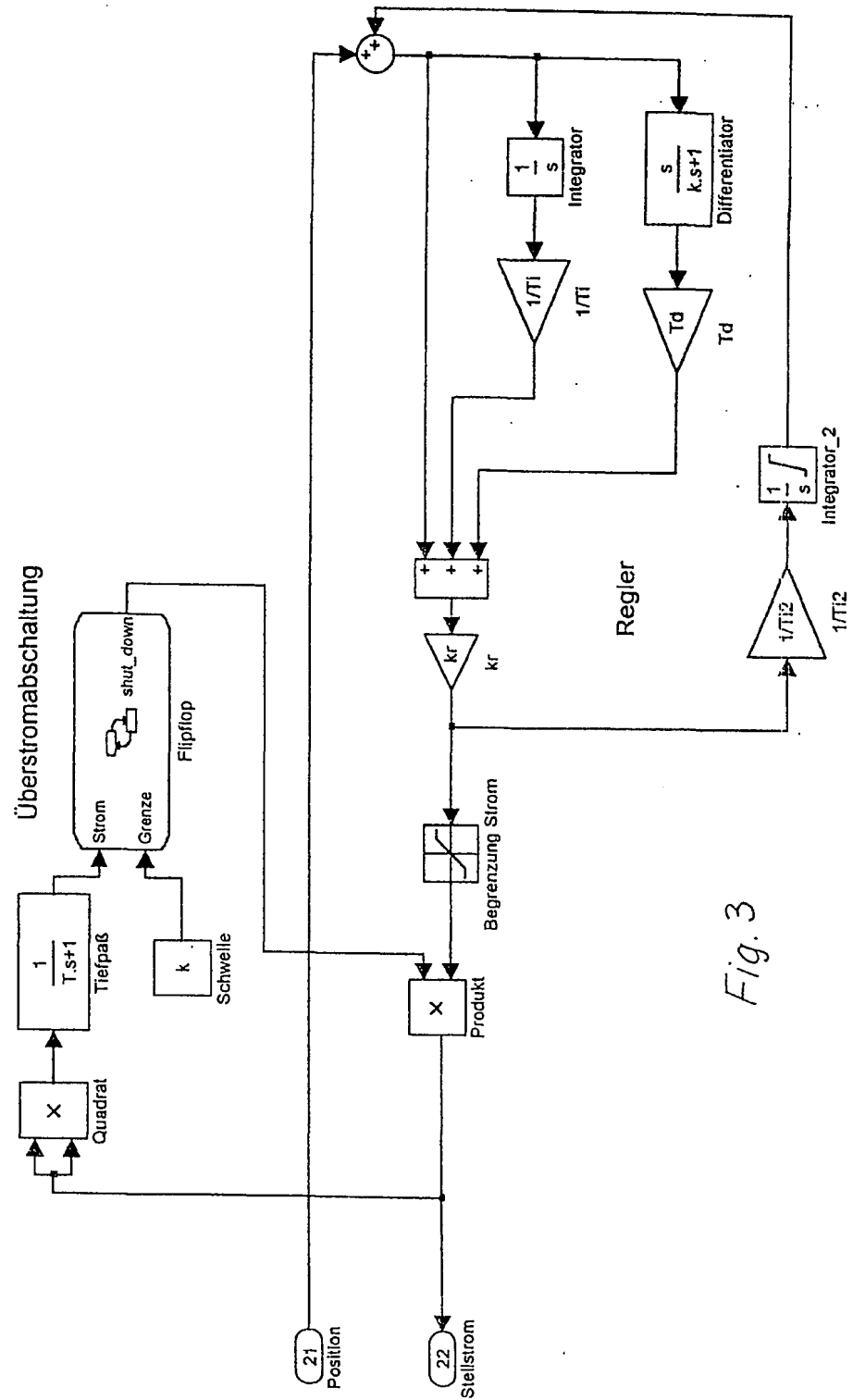


Fig. 1

2/3



3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/04737

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F04D29/04 H02K7/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04D H02K A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | US 6 015 272 A (ANTAKI ET AL.) 18 January 2000 (2000-01-18) column 8, line 6 - line 29; figures ---- | 1 |
| A | WO 00 74748 A (GOLDOWSKY) 14 December 2000 (2000-12-14) page 13, paragraphs 1,2 ---- | 1 |
| A | WO 00 64030 A (MEDIPORT KARDIOTECHNIK) 26 October 2000 (2000-10-26) cited in the application page 16, line 9 - line 25; figures ---- | 1 |
| A | US 5 385 581 A (BRAMM ET AL.) 31 January 1995 (1995-01-31) column 22, line 62 -column 23, line 63; figures ----- | 1 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2002

Date of mailing of the international search report

25/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kempen, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/04737

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 6015272 | A | 18-01-2000 | AT 206937 T | 15-11-2001 |
| | | | AU 727084 B2 | 30-11-2000 |
| | | | AU 3410997 A | 14-01-1998 |
| | | | BR 9709969 A | 11-01-2000 |
| | | | CA 2259642 A1 | 31-12-1997 |
| | | | DE 69707470 D1 | 22-11-2001 |
| | | | DE 69707470 T2 | 16-05-2002 |
| | | | EP 1114648 A2 | 11-07-2001 |
| | | | EP 0914171 A2 | 12-05-1999 |
| | | | ES 2153312 A1 | 16-02-2001 |
| | | | JP 2001514532 T | 11-09-2001 |
| | | | WO 9749440 A2 | 31-12-1997 |
| | | | US 6244835 B1 | 12-06-2001 |
| | | | US 2001031210 A1 | 18-10-2001 |
| WO 0074748 | A | 14-12-2000 | AU 5459500 A | 28-12-2000 |
| | | | BR 0011051 A | 19-03-2002 |
| | | | EP 1189646 A1 | 27-03-2002 |
| | | | WO 0074748 A1 | 14-12-2000 |
| WO 0064030 | A | 26-10-2000 | DE 19944863 A1 | 19-04-2001 |
| | | | AU 4297800 A | 02-11-2000 |
| | | | AU 4553400 A | 02-11-2000 |
| | | | CN 1347585 T | 01-05-2002 |
| | | | CN 1348624 T | 08-05-2002 |
| | | | DE 20022339 U1 | 26-07-2001 |
| | | | WO 0064030 A1 | 26-10-2000 |
| | | | WO 0064031 A1 | 26-10-2000 |
| | | | EP 1171944 A1 | 16-01-2002 |
| | | | EP 1208630 A1 | 29-05-2002 |
| US 5385581 | A | 31-01-1995 | US 5078741 A | 07-01-1992 |
| | | | US 5326344 A | 05-07-1994 |
| | | | US 4944748 A | 31-07-1990 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/04737

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04D29/04 H02K7/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04D H02K A61M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A | US 6 015 272 A (ANTAKI ET AL.) 18. Januar 2000 (2000-01-18) Spalte 8, Zeile 6 - Zeile 29; Abbildungen | 1 |
| A | WO 00 74748 A (GOLDOWSKY) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) Seite 13, Absätze 1,2 | 1 |
| A | WO 00 64030 A (MEDIPORT KARDIOTECHNIK) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) in der Anmeldung erwähnt Seite 16, Zeile 9 - Zeile 25; Abbildungen | 1 |
| A | US 5 385 581 A (BRAMM ET AL.) 31. Januar 1995 (1995-01-31) Spalte 22, Zeile 62 - Spalte 23, Zeile 63; Abbildungen | 1 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Juli 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/07/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kempen, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/04737

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 6015272 A | 18-01-2000 | AT 206937 T | 15-11-2001 |
| | | AU 727084 B2 | 30-11-2000 |
| | | AU 3410997 A | 14-01-1998 |
| | | BR 9709969 A | 11-01-2000 |
| | | CA 2259642 A1 | 31-12-1997 |
| | | DE 69707470 D1 | 22-11-2001 |
| | | DE 69707470 T2 | 16-05-2002 |
| | | EP 1114648 A2 | 11-07-2001 |
| | | EP 0914171 A2 | 12-05-1999 |
| | | ES 2153312 A1 | 16-02-2001 |
| | | JP 2001514532 T | 11-09-2001 |
| | | WO 9749440 A2 | 31-12-1997 |
| | | US 6244835 B1 | 12-06-2001 |
| | | US 2001031210 A1 | 18-10-2001 |
| WO 0074748 A | 14-12-2000 | AU 5459500 A | 28-12-2000 |
| | | BR 0011051 A | 19-03-2002 |
| | | EP 1189646 A1 | 27-03-2002 |
| | | WO 0074748 A1 | 14-12-2000 |
| WO 0064030 A | 26-10-2000 | DE 19944863 A1 | 19-04-2001 |
| | | AU 4297800 A | 02-11-2000 |
| | | AU 4553400 A | 02-11-2000 |
| | | CN 1347585 T | 01-05-2002 |
| | | CN 1348624 T | 08-05-2002 |
| | | DE 20022339 U1 | 26-07-2001 |
| | | WO 0064030 A1 | 26-10-2000 |
| | | WO 0064031 A1 | 26-10-2000 |
| | | EP 1171944 A1 | 16-01-2002 |
| | | EP 1208630 A1 | 29-05-2002 |
| | | US 6368075 B1 | 09-04-2002 |
| US 5385581 A | 31-01-1995 | US 5078741 A | 07-01-1992 |
| | | US 5326344 A | 05-07-1994 |
| | | US 4944748 A | 31-07-1990 |